

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-063618

(43)Date of publication of application : 07.03.1997

(51)Int.Cl.

H01M 8/06

C01B 3/38

H01M 8/04

(21)Application number : 07-208604

(71)Applicant : YAMAHA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 16.08.1995

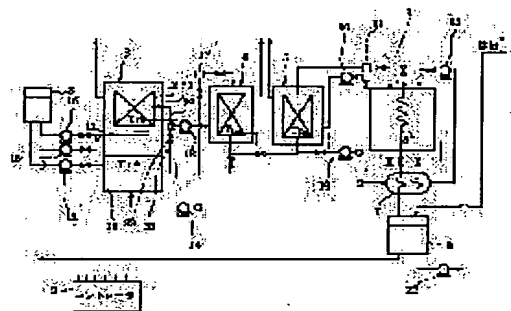
(72)Inventor : MIZUNO YUTAKA
YASUMA TOMIO

(54) FUEL CELL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel cell system of which the efficiency of a reforming apparatus is improved, the structure is simplified, and apparatuses are miniaturized with excellent mobility.

SOLUTION: In a fuel cell system 1, an evaporator 11 is heated by a heater 10 and hydrogen is produced by reforming a fuel by a reforming apparatus 3 which is so composed as to supply a fuel evaporated by the evaporator 11 to a catalyst layer 12. The obtained hydrogen is supplied to a fuel cell to generate electricity and a part of a reaction gas produced by the reform is taken out of the catalyst layer 12 and fed back to the heater 10.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3282066

[Date of registration] 01.03.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-63618

(43) 公開日 平成9年(1997)3月7日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 M 8/06			H 0 1 M 8/06	B
C 0 1 B 3/38			C 0 1 B 3/38	
H 0 1 M 8/04			H 0 1 M 8/04	X Y

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平7-208604

(22) 出願日 平成7年(1995)8月16日

(71) 出願人 000010076

ヤマハ発動機株式会社

静岡県磐田市新貝2500番地

(72) 発明者 水野 裕

静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機
株式会社内

(72) 発明者 安間 富男

静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機
株式会社内

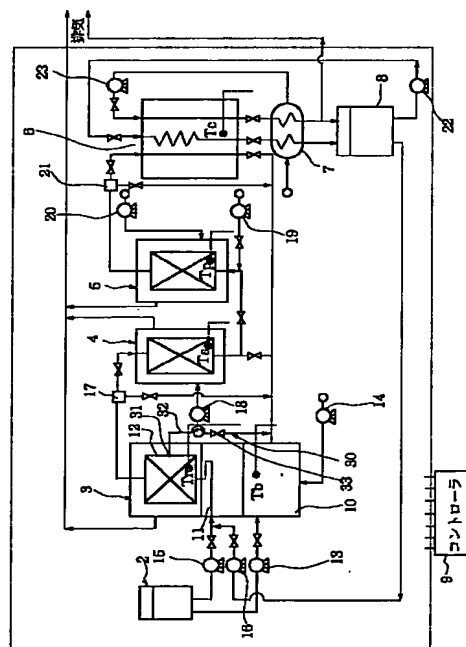
(74) 代理人 弁理士 鶴若 俊雄

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】改質装置の効率が向上し、かつ構造が簡単で、装置が小型化でき、移動性に優れている燃料電池システムを提供する。

【解決手段】燃料電池システム1は、加熱器10によって蒸発器11を加熱し、この蒸発器11で気化した燃料を触媒層12に供給するようにした改質装置3により、燃料を改質して水素を製造し、得られた水素を燃料電池6に供給して発電を行い、改質による反応ガスの一部を触媒層12から取出して、加熱器10に戻すように構成している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】加熱器によって蒸発器を加熱し、この蒸発器で気化した原料を触媒層に供給するようにした改質装置により、原料を改質して水素を製造し、得られた水素を燃料電池に供給して発電を行う燃料電池システムにおいて、前記改質による反応ガスの一部を前記触媒層から取出して、前記加熱器に戻すように構成したことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】加熱器によって蒸発器を加熱し、この蒸発器で気化した原料を触媒層に供給するようにした改質装置により、原料を改質して水素を製造し、得られた水素を燃料電池に供給して発電を行う燃料電池システムにおいて、前記燃料電池のセルスタック内部に、電極基材の外側に水過剰時の吸収及び水不足時の供給のための水保管部を設け、停止時前記水保管部に水を保管しておき、起動時前記水保管部の水を供給するように構成したことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項3】加熱器によって蒸発器を加熱し、この蒸発器で気化した原料を触媒層に供給するようにした改質装置により、原料を改質して水素を製造し、得られた水素を燃料電池に供給して発電を行う燃料電池システムにおいて、燃料電池のセルスタック内部に、電極基材の外側に水過剰時の吸収及び水不足時の供給のための水保管部を設け、起動時前記水保管部に水を保管しておき、定常時前記水保管部の水を供給するように構成したことを特徴とする燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、原料を改質して水素を製造し、得られた水素を燃料電池に供給して発電を行う燃料電池システムに関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池システムとして、例えば加熱器によって蒸発器を加熱し、この蒸発器で気化した原料を触媒層に供給するようにした改質装置により、原料を改質して水素を製造し、得られた水素を燃料電池に供給して発電を行うものがある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】この燃料電池システムでは、燃料電池のセルの燃料利用効率が通常20～90%である。これは、燃料電池システムまたは燃料電池のセルの発電効率または運転時の経済性を考慮して決められている。従って、改質装置が処理する原料の流量は、燃料電池のセルで消費される正味の流量よりも大きいものとなっている。

【0004】また、定常発電時は、反応ガスを燃料電池のセルで消費するよりも過剰に製造し、加熱器の燃料とするのが一般的である。

【0005】さらに、反応ガス中に含まれるCOは、燃料電池のセルの触媒を被毒してセルの性能を低下させ

る。そのために、改質装置は転化率が高いことが要求される。このため、触媒量を反応のために十分に確保する必要があった。従って、改質装置はセルで必要とする流量よりも多い量を、高い転化率で処理する必要があった。

【0006】また、反応を進めるためには、熱を与える必要があるが、触媒の耐熱レベルが低く、入口側は吸熱、出口側は発熱となるため温度分布が不均一になり易い。このため、改質装置が大型化し、構造が複雑になった。よって、例えば、自動車に搭載されるような燃料電池システムでは、小型の移動用には向かない等の問題がある。

【0007】また、燃料電池では、起動から定常までは水過剰気味、定常状態では水不足、発電終了から停止までは水過剰気味となる。このため、それぞれの運転モードに合わせた複雑な水供給制御が必要であった。特に、起動時は、燃料電池のセルの温度上昇にともなうイオン交換膜の周辺の湿度変化が大きく、外部から水を供給しても、燃料電池のセルが冷えているために水蒸気が途中でガス通路に凝縮してしまい、電極基材のイオン交換膜を十分に加湿できなかった。このように、湿度制御が困難なことが、燃料電池のセルの性能が劣化したり、発電初期にセル性能が充分に出せない原因にもなっていた。また、多量の水を必要としたし、それによるガス通路閉塞などの悪影響も発生した。

【0008】また、移動用に用いた場合、燃料電池のセルに必要とされる水の供給量は、負荷レベル、セル温度などにより激しく変動する。一方、加湿量は、その変化の速さに対応できない。そのため、加湿量を適正に制御することが困難であった。

【0009】さらに、加湿不足とならないように、水を変動の最高値で供給すると水分過剰となり、電極基材であるカーボンペーパーの細孔などの、ガスの拡散通路が水で詰ってしまい、セルの性能が低下するという問題があった。また、水の変動を考慮して、平均値で水を供給すると、供給の過不足を繰返すこととなり、セルの性能が充分に出せなかった。

【0010】この発明は、かかる点に鑑みてなされたもので、請求項1記載の発明は、改質装置の効率が向上し、かつ構造が簡単で、装置が小型化でき、移動性に優れている燃料電池システムを提供することを目的としている。また、請求項2及び請求項3記載の発明は、起動、停止等の運転状態でも燃料電池のセルの性能を維持することができる燃料電池システムを提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決し、かつ目的を達成するために、請求項1記載の発明は、加熱器によって蒸発器を加熱し、この蒸発器で気化した原料を触媒層に供給するようにした改質装置により、原料を改

質して水素を製造し、得られた水素を燃料電池に供給して発電を行う燃料電池システムにおいて、前記改質による反応ガスの一部を前記触媒層から取出して、前記加熱器に戻すように構成したことを特徴としている。

【0012】このように、触媒層から改質による反応ガスを一部取出すと、反応ガス取出部の下流側では処理量が減少するので相対的に空間速度が低下して、反応に有利な状態になる。また、発熱レベルも低下するので、平衡は反応の進む側に移り、反応転化率は向上する。また、反応ガス取出部よりも上流側では、下流側での発熱レベルが低下しているので、加熱器による加熱量を高めて反応を効果的に起こすことが可能となり、触媒層の入口側に熱を集中でき、触媒層の出口側での発熱量が減って温度均一化可能となり、改質装置の性能が向上し、かつ小型化し、それによる加熱器の小型化が可能となる。

【0013】さらに、反応ガス取出部から直接加熱器に反応ガスを供給した方が、燃料電池のセル用に精製したガスを原料とする場合に比べて、精製のためのエネルギーが不要となるから、効率が良い。また、改質装置の後工程でも処理量を低減できるから、転化率の向上、機器の小型化が可能となる。

【0014】請求項2記載の発明は、加熱器によって蒸発器を加熱し、この蒸発器で気化した原料を触媒層に供給するようにした改質装置により、原料を改質して水素を製造し、得られた水素を燃料電池に供給して発電を行う燃料電池システムにおいて、前記燃料電池のセルスタック内部に、電極基材の外側に水過剰時の吸収及び水不足時の供給のための水保管部を設け、停止時前記水保管部に水を保管しておき、起動時前記水保管部の水を供給するように構成したことを特徴としている。

【0015】このように、起動時水保管部の水を供給するようにすることで、起動時に、水保管部がセルとほぼ同じ温度で上昇していくため、外部から水を供給するものに比べて正確な湿度管理ができる。また、停止時に、水をセルの内部または近傍に含んだ状態で保管できるので、保管中もセルの電極基材の湿度をほぼ飽和状態に保つことが可能である。

【0016】さらに、燃料電池の水の供給制御が容易であり、かつ発電時に、負荷変動に対応した水の供給が可能となる。また、水の供給量をセルが必要な最小限度とすることができるので、水使用量の低減、水供給に必要なポンプ動力の低減、加熱量の低減、気化部、熱交換器等の小型化、水タンクの小型化が可能で、高効率・小型軽量化が可能となる。

【0017】請求項3記載の発明は、加熱器によって蒸発器を加熱し、この蒸発器で気化した原料を触媒層に供給するようにした改質装置により、原料を改質して水素を製造し、得られた水素を燃料電池に供給して発電を行う燃料電池システムにおいて、燃料電池のセルスタック内部に、電極基材の外側に水過剰時の吸収及び水不足時

の供給のための水保管部を設け、起動時前記水保管部に水を保管しておき、定常時前記水保管部の水を供給するように構成したことを特徴としている。

【0018】このように、定常時水保管部の水を供給するようにすることで、起動時に、凝縮水や過剰水を確保できるので、加湿水の供給量を低減できる。また、起動中、加湿に寄与しない水がガス通路から除去されるので、発電開始から性能を高く維持できる。

【0019】さらに、燃料電池の水の供給制御が容易であり、かつ発電時に、負荷変動に対応した水の供給が可能となる。また、水の供給量をセルが必要な最小限度とすることができるので、水使用量の低減、水供給に必要なポンプ動力の低減、加熱量の低減、気化部、熱交換器等の小型化、水タンクの小型化が可能で、高効率・小型軽量化が可能となる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、この発明の燃料電池システムの実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

【0021】図1は燃料電池システムの実施例を示す構成図である。

【0022】燃料電池システム1は、例えば電気自動車に備えられ、燃料電池によって発生する電気を駆動源として走行するものがある。この燃料電池システム1は、メタノールタンク2、改質装置3、シフトコンバータ4、選択酸化反応器5、燃料電池6、水分回収熱交換器7、水タンク8及びコントローラ9等から構成されている。コントローラ9は、バルブ、ポンプ、ファン等の各機器及びセンサと接続されている。改質装置3、シフトコンバータ4、選択酸化反応器5、燃料電池6の各部には温度センサ T_r 、 T_b 、 T_s 、 T_p 、 T_c が備えられ、これらの温度検出により各部がコントローラ9によって適正温度に制御される。

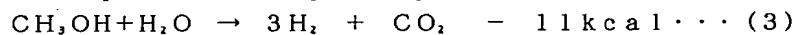
【0023】改質装置3には、加熱器10、蒸発器11、触媒層12等が備えられている。加熱器10には、温度センサ T_b の温度検出によりバーナーポンプ13が駆動されてメタノールタンク2からメタノールが供給され、またバーナーファン14の駆動で空気が供給され、これらで燃焼されて蒸発器11を加熱する。蒸発器11には、メタノールポンプ15の駆動でメタノールタンク2から供給されるメタノールと、また水ポンプ16の駆動で水タンク8から供給される水が混合して供給される。加熱器10により蒸発器11を加熱してメタノールと水の混合燃料を気化し、この蒸発器11で気化した燃料を触媒層12に供給する。

【0024】この改質装置3により、原料を改質して水素を製造し、温度センサ T_r の温度検出により得られた水素をシフトコンバータ4、選択酸化反応器5を介して燃料電池6に供給する。改質装置3とシフトコンバータ4との間には、切換弁17が設けられ、この切換弁17の作動で水素が改質装置3の加熱器10に戻される。シ

5

フトコンバータ4は温度センサTsの温度検出により冷却用空気ファン18で冷却される。シフトコンバータ4から送られる水素に、反応用空気ポンプ19の駆動で供給される空気を混合して選択酸化反応器5に供給される。選択酸化反応器5は温度センサTpの温度検出により冷却用空気ファン20で冷却される。選択酸化反応器5と燃料電池6との間には、切換弁21が設けられ、この切換弁21の作動で水素が改質装置3の加熱器10に戻される。

【0025】燃料電池6には、冷却加湿ポンプ22の駆動で水タンク8から水が供給され、また温度センサTcの温度検出により加圧空気ポンプ23の駆動で水分回収熱交換器7から空気が供給され、これらの水、空気及び水素から燃料電池6で発電を行う。燃料電池6で用いられた水は、水分回収熱交換器7で熱交換で水を得て水タンク8に戻される。また、燃料電池6で発電のために用いられた水素は、改質装置3の加熱器10に戻される。*



触媒層12の加熱器10に近い入口側では吸熱反応

(1)式が支配的であり、一方、触媒層12の出口側では発熱反応(2)式が支配的であり、全体としては、吸熱反応(3)式である。

【0028】触媒層12の途中から反応ガスを一部取出すと、反応ガス取出部31の下流側では処理量が減少するので相対的に空間速度が低下して、反応に有利な状態になる。また、発熱反応(2)式による発熱レベルも低下するので、平衡は反応の進む右側に移る。よって、反応転化率は向上する。

【0029】また、反応ガス取出部31よりも上流側では、下流側での発熱レベルが低下しているため、加熱器10による加熱量を高めて吸熱反応(1)式の反応を効果的に起こすことが可能となる。よって、触媒層12の入口側に熱を集中でき、触媒層12の出口側での発熱量が減って温度均一化可能となり、改質装置3の性能向上、小型化と、それによる加熱器10の小型化が可能となる。

【0030】さらに、反応ガス取出部31から直接加熱器10に反応ガスを供給した方が、セル用に精製したガスを燃料とする場合に比べて、精製のためのエネルギーが不要となるから、効率が良い。さらに、改質装置3の後工程でも処理量を低減できるから、転化率の向上と機器の小型化が可能となる。

【0031】例えば電気自動車に備えられる移動用燃料電池システム1は、その改質装置3に使用される触媒層12の触媒が、主として銅系の触媒である。銅系の触媒は、耐熱性が低く、約300℃であり、これを越えると触媒の劣化が激しいため、加熱器10による加熱時は、触媒温度の上限を守るように配慮される。

6

*【0026】燃料電池システム1では、加熱器10によって蒸発器11を加熱し、この蒸発器11で気化した原料を触媒層12に供給するようにした改質装置3により、原料を改質して水素を製造し、得られた水素をシフトコンバータ4及び選択酸化反応器5を介して燃料電池6に供給して発電を行い、改質装置3は、燃料改質による反応ガスの一部を触媒層12の途中から取出して、戻し系30を介して加熱器10に戻すように構成している。戻し系30は、触媒層12側に設けられた反応ガス取出部31と、この反応ガス取出部31と加熱器10側とを連結する配管32と、この配管32に備えられたバルブ33から構成され、バルブ33を開くことで燃料改質による反応ガスの一部を触媒層12から取出して加熱器10に戻される。バルブ33は、ON/OFFバルブまたは流量調整バルブが用いられる。

【0027】改質装置3での改質反応は、以下のように示される。

【0032】また、吸熱反応(1)式の反応が、主に触媒層12の上流側で起きるので、上流側には熱を積極的に与え、下流側では熱を穏やかに与えて発熱反応(2)式の反応を進ませることが、反応転化率を向上させるために有効である。よって、反応ガス取出部31の位置は、加熱器10の熱が直接あたり易い高温部より、下流側とするのがよい。

【0033】図2及び図3に基づいて改質装置の具体的な実施例を説明する。図2は改質装置の断面図、図3は図2のIII-III線に沿う断面図である。

【0034】図において、41は改質装置3の筒状のハウジングであり、その下部に設けた加熱室42にスパイラル状のパイプから形成された原料気化用の蒸発器11が設けられている。蒸発器11は連続状のパイプが螺旋状に巻かれて構成されており、原料を気化するための蒸発部11aと、その気化された原料ガスをさらにスーパーヒートさせる過熱部11bとを有している。蒸発器11の下方には、加熱器10を構成するバーナ43が設置されている。また、加熱室42にはファン44が接続され、空気が強制送風されるようになっている。

【0035】加熱室42の上方には、2枚の平行な板材がスパイラル状に巻かれて形成された触媒層12が設けられている。また、触媒層12と平行に隣接してスパイラル状の加熱層45が形成されている。スクロール状をした触媒層12と加熱層45との中心部に上下に貫通する加熱ガス通路46が設けられ、下部の加熱室42と加熱層45とを連通している。加熱層45には、その途中に加熱室42に通ずるバイパス47が数カ所に設けられ、中間域の温度分布が調整されるようになっている。

また、加熱ガス通路46の中には、蒸発器11の蒸発部

11aから延びる過熱部11bが貫通し、さらに過熱部11bから延びるパイプ48が触媒層12に連通している。

【0036】改質装置3において、加熱器10のバーナの加熱によって加熱室42で生成された加熱ガスは、加熱ガス通路46を経て加熱層45に入り、その中心部から外側に向けてスパイラル状に流されながら触媒層12を加熱し、最後に外周の排出口49から排気される。一方、蒸発器11の蒸発部11aには供給管50から原料、例えば、メタノールと水との混合液が供給され、加熱器10のバーナの加熱によって気化されて原料ガスになる。その原料ガスは過熱部11b、パイプ48を経て触媒層12へ供給され、その中心部からスパイラル状に外側に向けて流動する間に加熱層45によって加熱されることにより反応を行い、水素ガス主体の反応ガスになる。その反応ガスは排出管51から燃料電池側に供給される。

【0037】改質装置3は、触媒層12がスパイラル状であることによって反応経路が長くなり、またスパイラル状の連続層で形成するため、部品点数を少なく、単純化することができる。

【0038】また、触媒層12では、前記(1)式と(2)式の反応が起こり、その結果として(3)式の右辺に示すような反応ガスが生成される。前記(1)、

(2)式のうち初めの(1)式は吸熱反応であるのに対し、後の(2)式は発熱反応であり、しかも(2)式は高温雰囲気中では逆方向(←方向)の反応を起こしやすい傾向がある。このため、触媒層12の原料ガスと加熱層の加熱ガスとは同一方向に平行に流されるので、反応初期は高温に、後期には低温になっているから、前記(2)式の逆方向の反応は起こりにくく、極めて効率的な反応が行われる。また、実施例のように加熱ガスを改質装置3の中心部から外側に向けて流すようにすると、外周部ほど低温になるので、外部に対する熱エネルギーのロスを少なくすることができる。

【0039】この改質装置3は、燃料改質による反応ガスの一部を触媒層12の途中から取出して、戻し系30を介して加熱器10に戻すように構成している。戻し系30は、触媒層12側に設けられた反応ガス取出部31と、この反応ガス取出部31と加熱器10側とを連結する配管32と、この配管32に備えられたバルブ33から構成され、バルブ33を開くことで燃料改質による反応ガスの一部を触媒層12から取出して加熱器10に戻される。

【0040】図4及び図5に基づいて改質装置の他の実施例を説明する。図4の実施例の改質装置3は、複数の触媒層12a、12bが上下に直列に接続され、下側の触媒層12aに原料が供給され、上側の触媒層12bから反応ガスが排出される。直列に接続された触媒層12a、12bの間に反応ガス取出部31が設けられ、この

反応ガス取出部31と加熱器10側とを配管32で連結し、この配管32にバルブ33が備えられている。バルブ33を開くことで燃料改質による反応ガスの一部を触媒層12aから取出して加熱器10に戻される。

【0041】図5の実施例の改質装置は、複数の触媒層12c、12dが2重円筒で構成され、内側円筒の触媒層12cと、外側円筒の触媒層12dとが接続されている。直列に接続された触媒層12c、12dの間に反応ガス取出部31が設けられ、この反応ガス取出部31と加熱器10側とを配管32で連結し、この配管32にバルブ33が備えられている。バルブ33を開くことで燃料改質による反応ガスの一部を触媒層12cと触媒層12dの間から取出して加熱器10に戻される。

【0042】図6及び図7は図5に示す改質装置の具体的な構成を示し、図6は改質装置の断面図、図7は図6のVII-VII線に沿う断面図である。

【0043】改質装置3は、液体原料を気化するための蒸発器11、この蒸発器11の下方に設置されたバーナからなる加熱器10が備えられている。蒸発器11の上方には、同心状に筒状の触媒層12c、12dが配置され、このように配置された触媒層12cの内側、両触媒層12c、12dの間、触媒層12dの外側には、それぞれ加熱ガスが通る加熱層45a、45b、45cが形成されている。

【0044】蒸発器11は連続状のパイプが螺旋状に巻かれて構成されており、原料を気化するための蒸発部11aと、その気化された原料ガスをさらにスーパヒートさせる過熱部11bとを有している。蒸発部11aはパイプが円板状の螺旋となって加熱器10のバーナに直接対面し、また過熱部11bはパイプが円筒状の螺旋となって加熱層45aの中に挿入されている。このようにパイプが円板状或いは円筒状になって面状に並び、その面状に並んだ部分によって加熱器10と触媒層12c、12d及び加熱層45b、45cとの間を隔壁状に仕切っている。このような蒸発器11に対し供給管50から反応用の原料が供給されると、加熱器10によって外側から加熱され、まず蒸発部11aで気化され、次いで過熱部11bでスーパヒートされる。

【0045】加熱器10は燃料供給源から供給された燃焼用燃料を、空気口51から矢印のように空気を取り入れて燃焼させるようにしている。この燃焼によって発生した加熱ガスは、蒸発器11を加熱したのち、面状に並ぶパイプの隙間を抜け出て、矢印のように加熱層45a、45b、45cをそれぞれ上昇し、触媒層12c、12dを流下する反応ガスと向流しながら熱交換を行って、上部の排気管52から排気ガスが排出される。

【0046】触媒層12cの上部は、過熱部11bの上部と連通され、過熱部11bから反応ガスが供給される。触媒層12c、12dの下部側は連通室53により互いに連結され、触媒層12dの上部側は集合室54で

集合され、集合室54に導出管55が設けられ、さらに燃料電池本体に接続している。このような触媒層12c、12dに、蒸発器11で気化した原料ガスが矢印のように供給され、そこで反応を行うことによって水素ガス主体の反応ガスになり、上部の集合室54を経て導出管55から燃料電池本体へ供給される。

【0047】改質装置3によると、蒸発器11が螺旋状に巻かれたパイプから構成されているので、コンパクトでありながら大きな熱交換面積を確保することができ、負荷応答性を良好にすることができる。また、パイプ間に多数の隙間を有する形態であるため、加熱ガスを低圧損下に触媒槽12c、12d側へ導入することができる。

【0048】さらに、改質装置3では、蒸発器11を構成するパイプが面状に並んで加熱器10と触媒層12c、12dとの間を仕切るようにしているから、この面状に並ぶパイプが隔壁効果を発揮し、1000℃以上にもなる加熱器10の加熱ガスが触媒層12c、12dに対して直接及ぶことがないようにしている。

【0049】この改質装置3では、複数の触媒層12c、12dが2重円筒で構成され、内側円筒の触媒層12cと、外側円筒の触媒層12dとが連通室53を介して接続されている。この直列に接続された触媒層12c、12dの間に反応ガス取出部31が設けられ、この反応ガス取出部31と加熱器10側とを配管32で連結し、この配管32にバルブ33が備えられている。バルブ33を開くことで改質による反応ガスの一部を触媒層12cと触媒層12dの間から取出して加熱器10に戻される。

【0050】次に、図8乃至図10に基づいて燃料電池の具体的な実施例を説明する。図8は燃料電池の正面図、図9は図8のIX-X線に沿う断面図、図10は図8のY-Y線及びZ-Z線に沿う断面図である。

【0051】燃料電池6は、組付軸102により組み付けられたセルスタック103を備えている。セルスタック103はセパレータ104a、104b、104cを組みにして複数積層して組み付けて構成され、セパレータ104aとセパレータ104cとの間にガス遮断板104dが設けられている。セパレータ104cには、ガス遮断板104dとの間にトンネル通路115bが形成されている。セパレータ104a、104bの間には、セル106が備えられている。セル106の電極基材Bは、イオン交換膜107、正の触媒電極108及び負の触媒電極109から構成されている。イオン交換膜107の外周部107aは、セパレータ104a、104bの間に挟んで保持され、イオン交換膜107の一方面には正の触媒電極108を有し、他方面に負の触媒電極109を有しており、このセル106により反応ガスの水素と酸素とを反応させて水を生成し、その際に電気を発生させる。

【0052】セル106の正の触媒電極108の外側には、ポーラス部材で形成されたポーラスガイド体110を接触させて配置され、負の触媒電極109の外側にもポーラス部材で形成されたポーラスガイド体111を接触させて配置され、ポーラス部材で電極基材の外側に水過剰時の吸収及び水不足時の供給のための水保管部Aを構成している。

【0053】ポーラスガイド体110、111は多孔質なポーラス部材で成形され、それぞれ一面側には等間隔に溝110a、111aが形成されている。ポーラスガイド体110は溝110aが形成された側を正の触媒電極108と接触させ、ポーラスガイド体111は溝111aをポーラスガイド体110の溝110aと直交する方向に向けて配置されている。ポーラスガイド体110の溝110aと正の触媒電極108との間に連通する反応ガス通路112が設けられ、ポーラスガイド体111の溝111aと負の触媒電極109との間に連通する反応ガス通路113が設けられている。

【0054】セルスタック103には、セル106が角度 α 傾斜させて配置され、セル106の周囲を囲むセパレータ104b、104cの間にガスケット114が設けられ、ガスケット114によりセル106をシールしている。セルスタック103の左側上方には水素の入口部115が設けられ、右側下方には水素の出口部116が設けられ、入口部115及び出口部116の周囲を囲むようにセパレータ104a、104bとの間にガスケット117、118が設けられ、入口部115及び出口部116をシールしている。入口部115には、セル106の積層方向に入口通路115aが形成され、この入口通路115aから4個のトンネル通路115bがガスケット114の下方を通してセル106の分配通路115cに連通し、分配通路115cから反応ガス通路113に連通している。出口部116には、セル106の積層方向に出口通路116aが形成され、この出口通路116aに連通された4個のトンネル通路116bはガスケット114の下方を通してセル106の集合通路116cに連通し、集合通路116cは反応ガス通路113と連通している。

【0055】セルスタック103の上方右側には酸素の入口部119が設けられ、下方左側には酸素の出口部120が設けられ、入口部119及び出口部120の周囲を囲むようにセパレータ104a、104bの間にガスケット121、122が設けられ、入口部119及び出口部120をシールしている。入口部119には、セル106の積層方向に入口通路119aが形成され、この入口通路119aから4個のトンネル通路119bがガスケット114の下方を通してセル106の分配通路119cに連通し、分配通路119cから反応ガス通路112に連通している。出口部120には、セル106の積層方向に出口通路120aが形成され、この出口通路

11

120aに連通された4個のトンネル通路120bはガスケット114の下方を通してセル106の集合通路120cに連通し、集合通路120cは反応ガス通路112と連通している。

【0056】また、ガス遮断板104dの図9での下面であるポーラスガイド体110との接触部には水通路123が形成されている。水通路123の一方123aは、ガスケット114の下方を通るトンネル通路124aを介して水素の入口部115の近傍で上側に設けられた排出部124に連通され、他方123bはガスケット114の下方を通るトンネル通路125aを介して水素の出口部116の近傍で下側に設けられた供給部125に連通されている。排出部124及び供給部125の周囲を囲むようにセパレータ104a、104cの間にガスケット126a、127aが設けられ、排出部124及び供給部125をシールしている。

【0057】また、セパレータ104bの図9での上面であるポーラスガイド体110との接触部には、水通路128が形成されている。水通路128の一方128aはガスケット114の下方を通るトンネル通路129aを介して酸素の入口部119の近傍で右側に設けられた排出部129に連通され、他方128bはガスケット114の下方を通るトンネル通路130aを介して酸素の出口部120の近傍で左側に設けられた供給部130に連通されている。排出部129及び供給部130の周囲を囲むようにセパレータ104a、104bの間にガスケット126b、127bが設けられ、排出部129及び供給部130をシールしている。

【0058】従って、セルスタック103の水素の入口部115から加温、加湿した水素を供給すると、この水分を含む水素は入口通路115aからトンネル通路115bを通してセル106の分配通路115cに導かれ、分配通路115cから反応ガス通路113を流れる。一方、酸素の入口部119から加温、加湿した酸素を供給すると、この水分を含む酸素は入口通路119aからトンネル通路119bを通してセル106の分配通路119cに連通し、分配通路119cから反応ガス通路112を流れる。

【0059】このとき、セル106により反応ガスの水素と酸素の電気化学的な反応により水を生成し、その際の自由エネルギーの変化を電気エネルギーとして取り出す発電が行われる。セル106は、セパレータ104cを介して隣接したセル106と直列に接続され、発生した電力はセルスタック103の両端部に設けられた不図示の集電部より取り出される。

【0060】主として水素と水はセル106の集合通路116cに集められ、トンネル通路116bを通して出口通路116aに導かれて出口部116から排出される。主として酸素と水はセル106の集合通路120cに集められ、トンネル通路120bを通して出口通路1

12

20aに導かれて出口部120から排出される。

【0061】セル106による水素と酸素の電気化学的な反応は、一方では酸素と水がポーラスガイド体110、正の触媒電極108を通り、イオン交換膜107の表面に供給され、他方では水素と水がポーラスガイド体111、負の触媒電極109を通り、イオン交換膜107の表面に供給され、この正の触媒電極108とイオン交換膜107の界面及び負の触媒電極109とイオン交換膜107の界面で行われる。イオン交換膜107は、含水率により伸びが大きく変化するので、イオン交換膜107の加湿レベルを常に適正に保ってイオン交換膜107の伸びを一定に保ち、界面を安定に保つことが必要である。

【0062】このセル106による反応ガスの水素と酸素の電気化学的な反応で電気が発生し、その際に水が生成されるが、このセル106内部の相対湿度による伸びだけではなく、内部に発生する凝縮水、生成水、供給過剰水などの過剰水が、イオン交換膜107に直接接触するとさらに伸び、セル106の性能が劣化するが、セル106の両側の触媒電極108、109にポーラスガイド体110、111を接触させて配置しており、セル106内部に発生する凝縮水、生成水、供給過剰水などの過剰水をポーラスガイド体110、111により吸収して除去することができる。

【0063】このため、イオン交換膜107の伸びを防止でき、セル106の性能を長期間、高効率に保つことができ、また反応ガスの拡散性低下を防止している。このように、特別な装置を使用しないで過剰水を除去することができ、簡単、低価格、コンパクト及び軽量の装置とすることができる。ポーラスガイド体110、111により反応ガス通路112、113を形成することで、水を供給する時にポーラスガイド体110、111により吸収されて一部は反応ガス通路112、113に拡散し、一部は直接触媒電極108、109へ移動することにより加湿を効果的に行なうとともに、過剰水が発生した場合、これを吸収して不足時に供給するダンパー効果があり、適量の加湿が可能である。

【0064】また、燃料電池6のセルスタック103内部に、イオン交換膜107、正の触媒電極108及び負の触媒電極109から構成されている電極基材の外側に水過剰時の吸収及び水不足時の供給のための水保管部Aを設け、停止時水保管部Aに水を保管しておき、起動時水保管部Aの水を供給するように構成している。

【0065】このように、起動時水保管部Aの水を供給することで、起動時に、水保管部Aがセル106とほぼ同じ温度で上昇していくため、外部から水を供給するものに比べて正確な湿度管理ができる。また、停止時に、水をセル106の内部または近傍に含んだ状態で水保管部Aに保管できるので、保管中もセル106のイオン交換膜107の湿度をほぼ飽和状態に保つことが可能であ

る。

【0066】さらに、燃料電池6の水の供給制御が容易であり、かつ発電時に、負荷変動に対応した水の供給が可能となる。また、水の供給量をセル106が必要な最小限度とすることができるので、水使用量の低減、水供給に必要なポンプ動力の低減、加熱量の低減、気化部、熱交換器等の小型化、水タンクの小型化が可能で、高効率・小型軽量化が可能となる。

【0067】また、起動時水保管部Aに水を保管しておき、定常時水保管部Aの水を供給するように構成している。このように、定常時水保管部Aの水を供給するようにすることで、起動時に、凝縮水や過剰水を確保でき、加湿水の供給量を低減できる。また、起動中、加湿に寄与しない水がガス通路から除去されるので、発電開始から性能を高く維持できる。

【0068】さらに、燃料電池6の水の供給制御が容易であり、かつ発電時に、負荷変動に対応した水の供給が可能となる。また、水の供給量をセルが必要な最小限度とすることができるので、水使用量の低減、水供給に必要なポンプ動力の低減、加熱量の低減、気化部、熱交換器等の小型化、水タンクの小型化が可能で、高効率・小型軽量化が可能となる。

【0069】図11乃至図14は水保管部の他の実施例を示している。図11の水保管部Aは、多層構造になっており、第1保管部A1は通路300を有するポーラス部材で形成され、第2保管部A2も同様にポーラス部材で形成されている。水は、第1保管部A1の通路300から第2保管部A2に吸収して保持されるが、第1保管部A1が第2保管部A2より水の吸収が良く、水保管部Aを多層構造にすることで保水量を増やしている。

【0070】図12の水保管部Aも、多層構造になっており、第1保管部A1は同様に通路300を有するポーラス部材で形成され、第2保管部A2はポーラス部材または不浸透材で形成されている。第2保管部A2の第1保管部A1側に凹部を有しており、この凹部と第1保管部A1との間に空間が形成され、この空間で通路301を形成している。水は、第1保管部A1の通路300から第2保管部A2に吸収して保持されるが、さらに通路301によって水が多量に且つ確実に保持される。

【0071】図13の水保管部Aも、多層構造になっており、第1保管部A1は通路300を有するポーラス部材で形成され、第2保管部A2も同様にポーラス部材で形成されているが、この第2保管部A2の外側に不浸透材Cが配置されている。第1保管部A1には通路300の間に、電極基材Bの外側と第2保管部A2とを連通するガイド通路302が形成されている。また、第2保管部A2には、不浸透材Cとの間に水通路303が形成されている。従って、負圧で引くことによって、第1保管部A1に水が通路300から吸収され、さらにガイド通路302により第2保管部A2に吸収され、水の吸収が

速くなっている。

【0072】図14の水保管部Aも、多層構造になっており、第1保管部A1は通路300を有するポーラス部材で形成され、この第1保管部A1の外側に不浸透材Cが配置されている。不浸透材Cには、第1保管部A1との間に水通路304が形成され、水が水通路304から第1保管部A1に円滑に供給される。

【0073】図15及び図16は水保管部Aの配置位置を示している。図15の実施例では、電極基材で構成されるセル106の両側にガス通路400が形成されており、このガス通路400の空間内に水保管部Aが形成されている。このように、水保管部Aが電極基材のセル106から離れた位置に配置され、水ポンプ401により供給される水は水保管部Aに保管される。

【0074】図16の実施例では、電極基材で構成されるセル106の両側に、水素の入口部115と、水素の出口部116が設けられている。入口部115には、セル106の積層方向に入口通路115aが形成され、この入口通路115aから4個のトンネル通路115bがセル106の分配通路115cに連通され、この入口側に水保管部Aが形成される。

【0075】また、出口部116には、セル106の積層方向に出口通路116aが形成され、この出口通路116aから4個のトンネル通路116bがセル106の集合通路116cに連通され、この出口側に水保管部Aが形成される。

【0076】次に、図17に基づき燃料電池システムの運転について説明する。図17(a)において、特性曲線a1は従来の運転を、特性曲線b1は請求項1記載の発明を、特性曲線c1は請求項2記載の発明を示している。また、図17(b)において、特性曲線a2は従来の運転を、特性曲線b2は請求項1記載の発明を、特性曲線c2は請求項2記載の発明を示している。

【0077】従来のものでは、停止時において、燃料電池システムの停止操作直後に、燃料電池への水蒸気の供給を徐々に停止する。保管時において、周囲の温度により、セル内部の湿度が変化する。温度が低下により徐々に飽和湿度に近づき、それを越えると水分が凝縮して通路などを閉塞する。また、温度が上昇しても凝縮水が偏在しているため、電極基材の膜への加湿効果は少ない。起動時において、発電開始に先だって、外部から水（または水蒸気）を供給するための準備（ポンプを駆動して、加熱または熱交換により水蒸気を作る。）を行っておく。発電開始にともない、セルの温度を適正温度まで上昇させるとともに、外部から水（または水蒸気）を供給していく。発電時において、出力及びセルの温度などに応じて、水分供給量を変える必要があるため、頻繁に加湿量を変えなくてはならない等の問題がある。

【0078】請求項1記載の発明の燃料電池システム1では、停止時において、水蒸気の供給を停止せず、発電

時と同じかまたはそれ以上の流量を送り続け、水保管部Aに水として吸収させる。保管時において、周囲の温度による飽和湿度に保たれ、凝縮分は、さらに吸収される。起動時において、発電開始にともない、セル106の温度を適正温度まで上昇させる。これには、外部加熱または自己発熱を用いる。外部からの水（または水蒸気）供給は初期には行わず、水保管部Aの水を利用する。水保管部Aの水は、セル温度の上昇とともに温度が上昇し、ガス通路へ蒸発していく。これにより、ガス通路は飽和湿度近くに保たれる。保管水の自然蒸発による加湿だけでは、時間的に限界があるので、起動時間を短縮するために、一定時間経過後、外部から水（または水蒸気）を供給していく。発電時において、水分の吸収・放出効果を利用できるので、頻繁に加湿量を変えなくても適正加湿制御が可能である。

【0079】また、請求項2記載の発明の燃料電池システム1では、停止時において、システムの停止操作直後に、水蒸気の供給を徐々に停止する。保管時において、周囲の温度による飽和湿度に保たれる。凝縮分は、さらに吸収される。起動時において、発電開始に先だって、外部から水（または水蒸気）を供給するための準備（ポンプを駆動して、加熱または熱交換により水蒸気を作る。）を行っておく。発電開始にともない、セルの温度を適正温度まで上昇させるとともに、外部から水（または水蒸気）を供給していく。水保管部Aの水を多少利用できるため、外部からの水（または水蒸気）供給は初期には行わず水保管部Aの水を利用する。そのため水供給量は従来に比べて少なく済む。水を供給しながら、水保管部Aに水を保管しておき後で湿度管理に使う。発電時において、水分の吸収・放出効果を利用できるので、頻繁に加湿量を変えなくても適正加湿制御が可能である。

【0080】図18は燃料電池システムの他の実施例を示す構成図である。この実施例の燃料電池6は、図1と同様に構成されるが、図1と異なりエア用ポンプ500の駆動で改質装置3に配置される加熱部501に水タンク8から空気を送り、この加熱部501で加熱された空気を燃料電池6の入口側502に送るように構成されている。また、水用加湿ポンプ510の駆動で改質装置3に配置される加熱部511に水タンク8から水を送り、この加熱部511で加熱された水を燃料電池6の入口側512に送るように構成されている。

【0081】燃料電池6では、水素側は入口が水分多く、また空気側は出口が水分多くなる。このため、所定のタイミングでエア用ポンプ500の駆動で改質装置3に配置される加熱部501に送り、この加熱部501で加熱された空気を燃料電池6の入口側502に送る。また、所定のタイミングで水素用加湿ポンプ510の駆動で改質装置3に配置される加熱部511に水タンク8から水素を送り、この加熱部511で加熱された水素を燃

料電池6の入口側512に送る。

【0082】このように、エア用ポンプ500及び水用加湿ポンプ510の駆動による入換え、これにより水分を均一に保つことができ、この入換のタイミングは、一定時間おき、一定電流量発生後、一定電力量発生後、負荷が0（または一定値以下）になる度毎、或は起動/停止の度毎に行なう。この空気の入換えは、バルブ503、504の作動で行ない、また水素の入換えは、バルブ513、514の作動で行なう。

【0083】

【発明の効果】前記したように、請求項1記載の発明は、改質による反応ガスの一部を触媒層から取出して、加熱器に戻すように構成し、触媒層から改質による反応ガスを一部取出すから、反応ガス取出部の下流側では処理量が減少するので相対的に空間速度が低下して、反応に有利な状態になり、また発熱レベルも低下するので、平衡は反応の進む側に移り、反応転化率は向上する。また、反応ガス取出部よりも上流側では、下流側での発熱レベルが低下しているため、加熱器による加熱量を高めて反応を効果的に起こすことが可能となり、触媒層の入口側に熱を集中でき、触媒層の出口側での発熱量が減って温度均一化可能となり、改質装置の性能が向上し、かつ小型化し、それによる加熱器の小型化が可能となる。

【0084】さらに、反応ガス取出部から直接加熱器に反応ガスを供給するから、燃料電池のセル用に精製したガスを燃料とする場合に比べて、精製のためのエネルギーが不要となり、効率が良い。また、改質装置の後工程でも処理量を低減できるから、転化率の向上、機器の小型化が可能となる。

【0085】請求項2記載の発明は、燃料電池のセルスタック内部に、電極基材の外側に水過剰時の吸収及び水不足時の供給のための水保管部を設け、停止時水保管部に水を保管しておき、起動時前記水保管部の水を供給するように構成し、起動時水保管部の水を供給するようにするから、起動時に、水保管部がセルとほぼ同じ温度で上昇していくため、外部から水を供給するものに比べて正確な湿度管理ができる。また、停止時に、水をセルの内部または近傍に含んだ状態で保管できるので、保管中もセルのイオン交換膜の湿度をほぼ飽和状態に保つことが可能である。

【0086】さらに、燃料電池の水の供給制御が容易であり、かつ発電時に、負荷変動に対応した水の供給が可能となる。また、水の供給量をセルが必要な最小限度とすることができるので、水使用量の低減、水供給に必要なポンプ動力の低減、加熱量の低減、気化部、熱交換器等の小型化、水タンクの小型化が可能で、高効率・小型軽量化が可能となる。

【0087】請求項3記載の発明は、燃料電池のセルスタック内部に、電極基材の外側に水過剰時の吸収及び水不足時の供給のための水保管部を設け、起動時水保管部

17

に水を保管しておき、定常時前記水保管部の水を供給するように構成し、定常時水保管部の水を供給するようにするから、起動時に、凝縮水や過剰水を確保できるので、加湿水の供給量を低減できる。また、起動中、加湿に寄与しない水がガス通路から除去されるので、発電開始から性能を高く維持できる。

【0088】さらに、燃料電池の水の供給制御が容易であり、かつ発電時に、負荷変動に対応した水の供給が可能となる。また、水の供給量をセルが必要な最小限度とすることができるので、水使用量の低減、水供給に必要なポンプ動力の低減、加熱量の低減、気化部、熱交換器等の小型化、水タンクの小型化が可能で、高効率・小型軽量化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】燃料電池システムの実施例を示す構成図である。

【図2】改質装置の断面図である。

【図3】図2のIII-III線に沿う断面図である。

【図4】改質装置の他の実施例を示す構成図である。

【図5】改質装置のさらに他の実施例を示す構成図である。

【図6】改質装置の断面図である。

18

*【図7】図6のVII-VII線に沿う断面図である。

【図8】燃料電池の正面図である。

【図9】図8のIX-IX線に沿う断面図である。

【図10】図8のX-X線及びY-Y線に沿う断面図である。

【図11】水保管部の他の実施例を示す図である。

【図12】水保管部の他の実施例を示す図である。

【図13】水保管部の他の実施例を示す図である。

【図14】水保管部の他の実施例を示す図である。

【図15】水保管部の配置を示す他の実施例を示す図である。

【図16】水保管部の配置を示す他の実施例を示す図である。

【図17】燃料電池システムの運転について説明する図である。

【図18】燃料電池システムの他の実施例を示す構成図である。

【符号の説明】

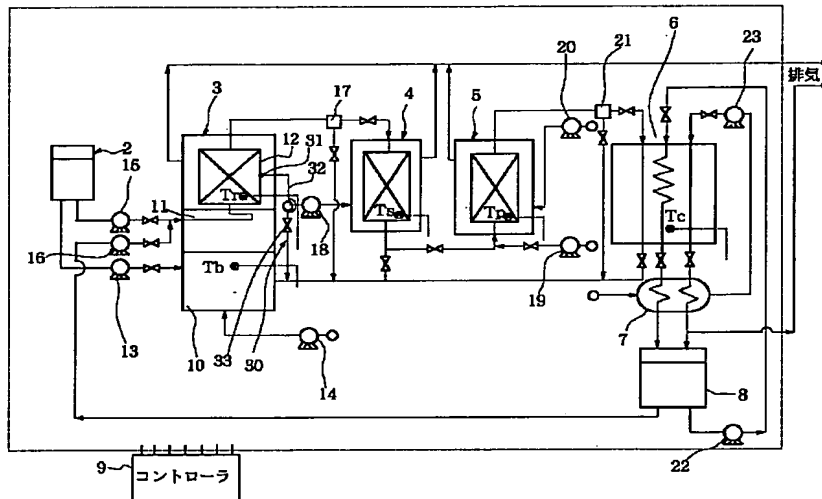
1 燃料電池システム

10 加熱器

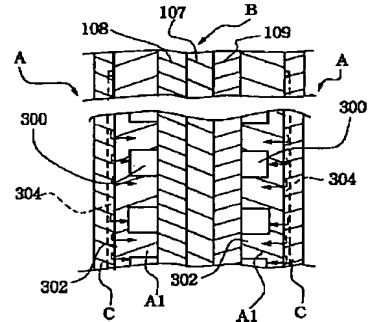
11 蒸発器

* 12 触媒層

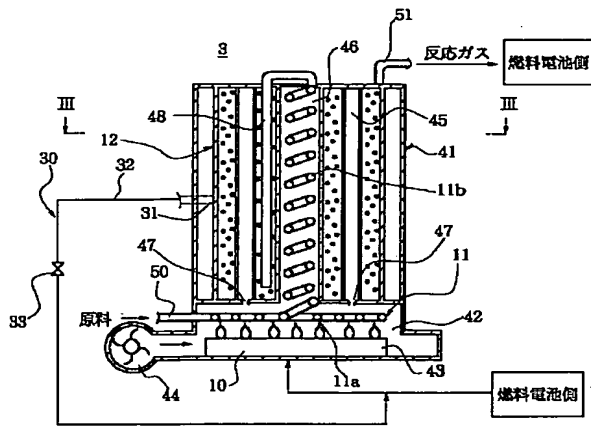
【図1】



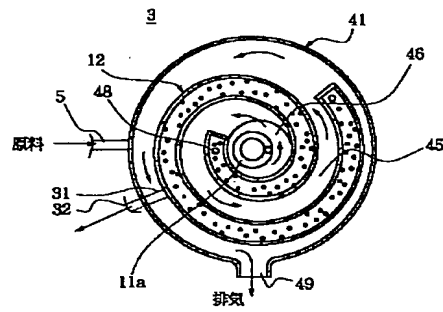
【図14】



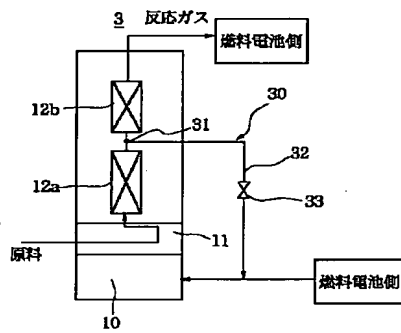
【図2】



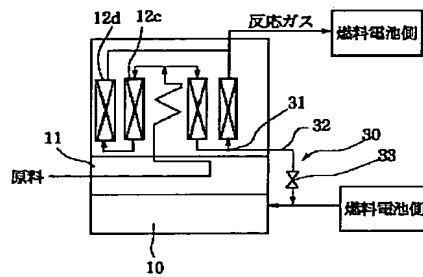
【図3】



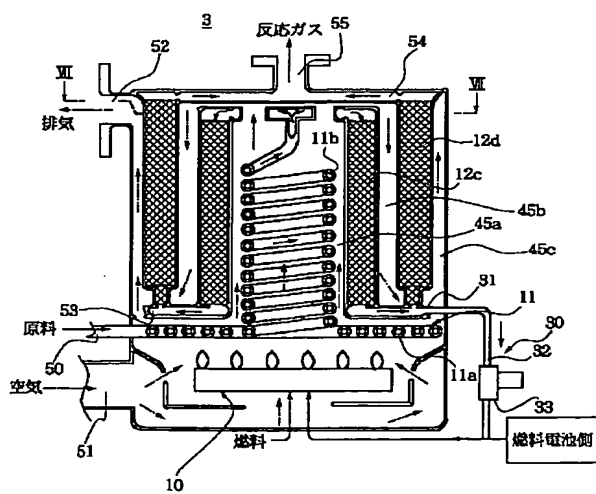
【図4】



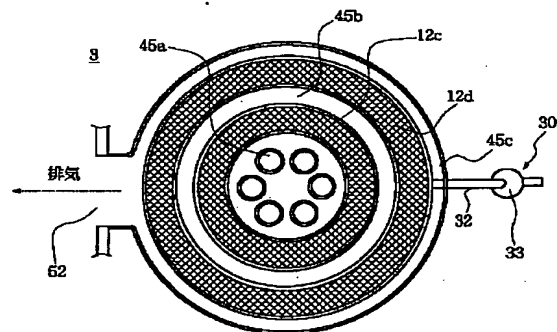
【図5】



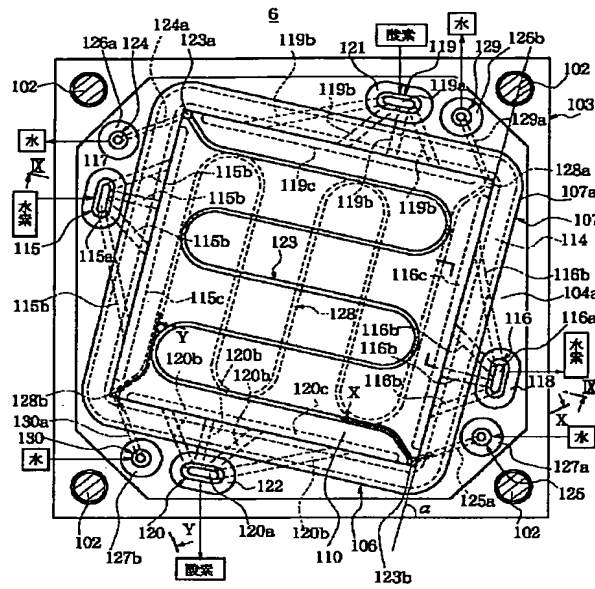
【図6】



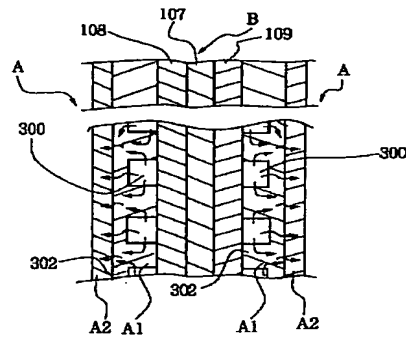
【図7】



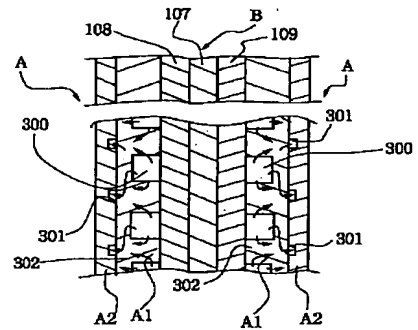
【図8】



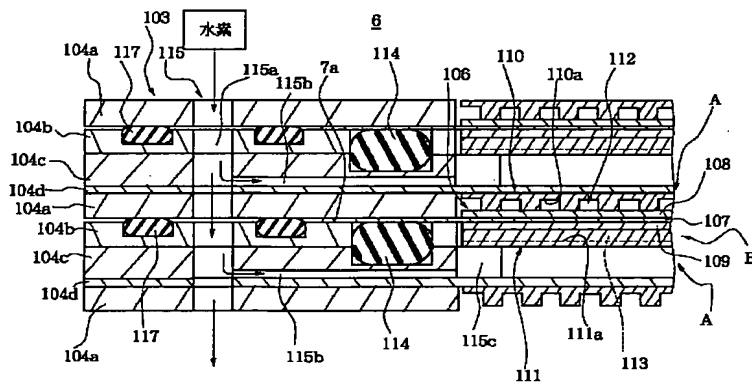
【図11】



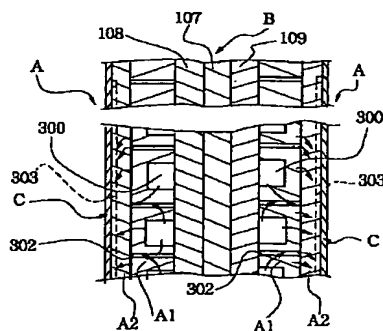
【図12】



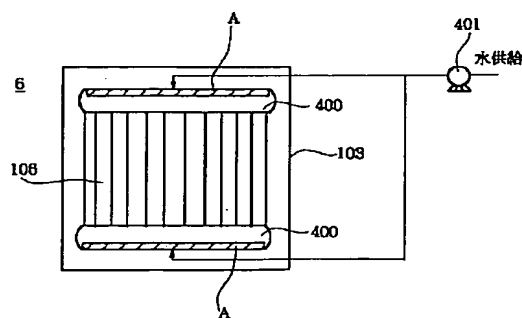
【図9】



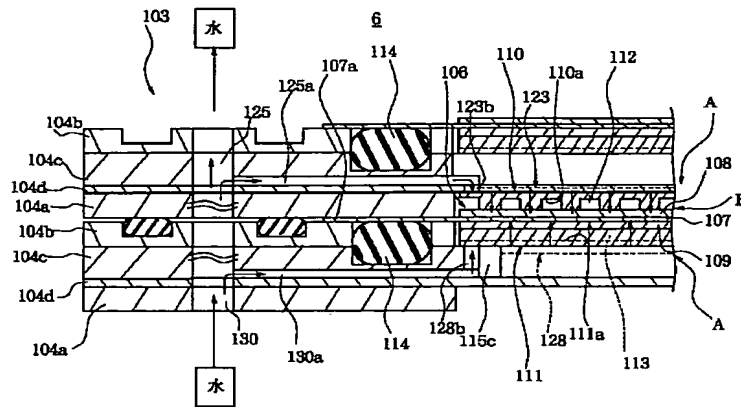
【図13】



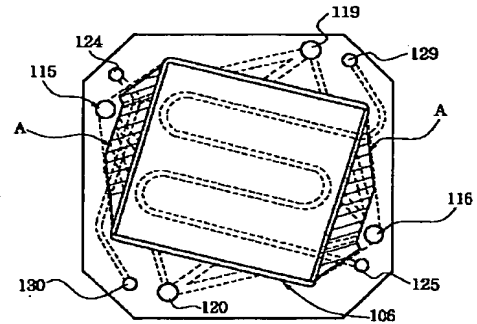
【図15】



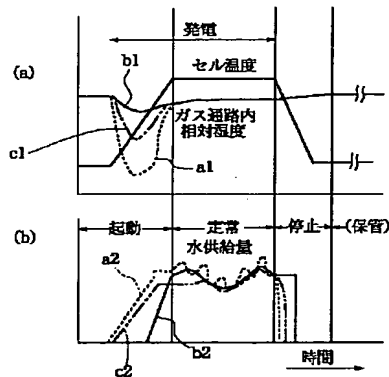
【図10】



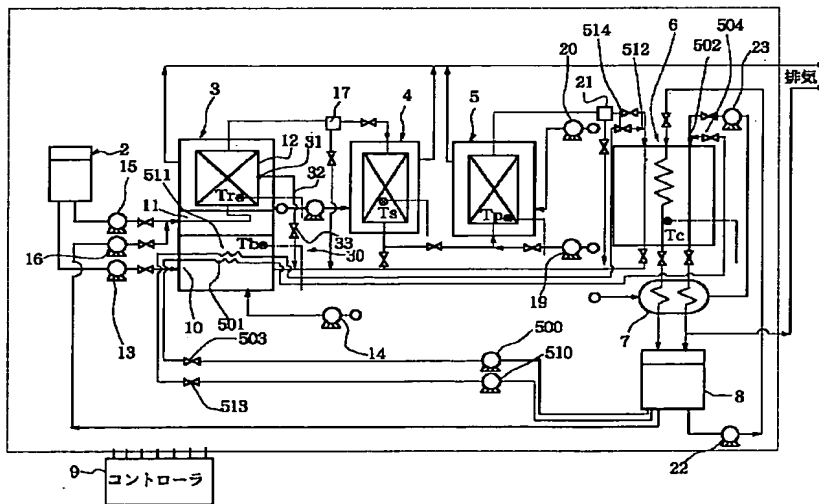
【図16】



【図17】



【図18】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.